

BAB II

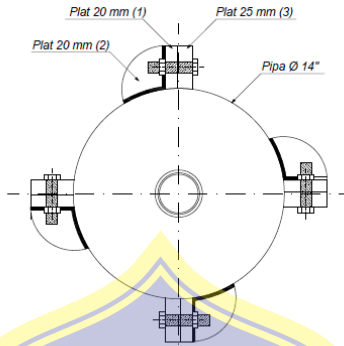
DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Umum

Proses produksi yang terdapat di Pabrik Tawas PT. XXX yang memproduksi tawas dengan bahan baku aluminium hydroxide, asam sulfat, dan air yang kemudian di reaksikan di dalam tangki bejana tekan atau yang disebut reactor.

Hasil dari reaksi kimia akan menjadi tawas cair yang kemudian dilakukan proses kristalisasi selama 3 – 4 jam. Hasil dari kristalisasi akan diangkat melalui *conveyor* dengan kecepatan 3-15 m/menit menuju mesin giling (*crusher*) untuk di giling didalam *crusher*.

Mesin giling (*crusher*) sendiri digerakkan dengan motor dengan system mekanis pulley dan v-belt. Produk yang turun dari hasil giling dari mesin *crusher* menuju *vibrating screen*. Di dalam *vibrating screen* dipasang beberapa ukuran *screen* yang berfungsi untuk membagi hasil proses *vibrating* menjadi hasil produk yang diinginkan.



Gambar 2.1 Mesin giling *crusher*

2.2 Pulley (Puli)

Pulley adalah bagian atau elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan atau meneruskan tenaga dari poros satu ke poros lain memakai sabuk. Pulley bisa dibuat dari besi tuang, baja tuang atau baja yang dicetak, pulley pada umumnya terbuat dari besi tuang.



Gambar 2.2 Pulley (Puli)

Pulley dapat dibagi dalam beberapa jenis diantaranya:

- a. Sheaves/V-Pulley, paling sering digunakan untuk transmisi, produk ini digerakkan oleh V-Belt karena kemudahannya dan dapat diandalkan.
- b. Variable Speed Pulley, perangkat yang digunakan untuk mengontrol kecepatan mesin. Berbagai proses industri seperti jalur perakitan harus bekerja pada kecepatan yang berbeda untuk produk yang berbeda. Dimana kondisi memproses kebutuhan penyetelan aliran dari pompa atau kipas, memvariasikan kecepatan dari drive mungkin menghemat energi dibandingkan dengan teknik lain untuk kontrol aliran.
- c. Mi-Lock Pulleys, digunakan pada pegas rem jenis ini menawarkan keamanan operasional yang tinggi untuk semua aplikasi, melindungi personil, mesin dan peralatan, dapat diandalkan untuk pengereman yang mendadak atau fungsinya menahan pada mesin yang tiba-tiba mati atau karena kegagalan daya.
- d. Timing Pulley, Ini adalah jenis lainnya dari katrol dimana ketepatan sangat dibutuhkan untuk aplikasi. Material khusus yang tersedia untuk aplikasi yang mempunyai kebutuhan yang lebih spesifik.

2.3 Pengertian Dan Fungsi Poros

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dalam setiap mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran. Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen- elemen seperti roda gigi, pulley, roda gila (flywheel), engkol, sproket, dan elemen pemindah daya lainnya.

Poros bisa menerima lenturan, tarikan, tekan, atau puntiran, yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. Bila beban tersebut tergabung, kita bisa mengharapkan untuk mencari kekuatan statis dan kekuatan lelah yang perlu untuk pertimbangan perencanaan, karena suatu poros tunggal bisa diberi tegangan-tegangan statis, tegangan bolak-balik lengkap, tegangan berulang, yang semuanya bekerja pada waktu yang sama.

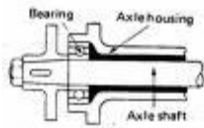
Dibawah ini terdapat beberapa definisi dari poros :

- a. Shaf adalah poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digunakan.



Gambar 2.3 Shaft

- b. Axle adalah poros yang tetap dan mekanismenya yang berputar pada poros tersebut, juga berfungsi sebagai pendukung.



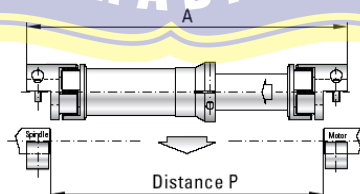
Gambar 2.4 Axle

- c. Spindle adalah poros yang terpendek terdapat pada mesin perkakas dan mampu atau sangat aman terhadap momen bending.



Gambar 2.5 Spindle

- d. Line Shaft adalah poros yang langsung berhubungan dengan mekanisme yang digerakkan dan berfungsi memindahkan daya dari motor penggerak ke mekanisme tersebut.



Gambar 2.6 Line Shaft

- e. Jack Shaft adalah poros yang pendek, biasanya dipakai untuk dongkrak “JACK” mobil.



Gambar 2.7 Jack Shaft

- f. Flexible adalah poros yang juga berfungsi memindahkan daya dari dua mekanisme, dimana perputaran poros membentuk sudut dengan poros yang lainnya, daya yang dipindahkan rendah.



Gambar 2.8 Flaxible

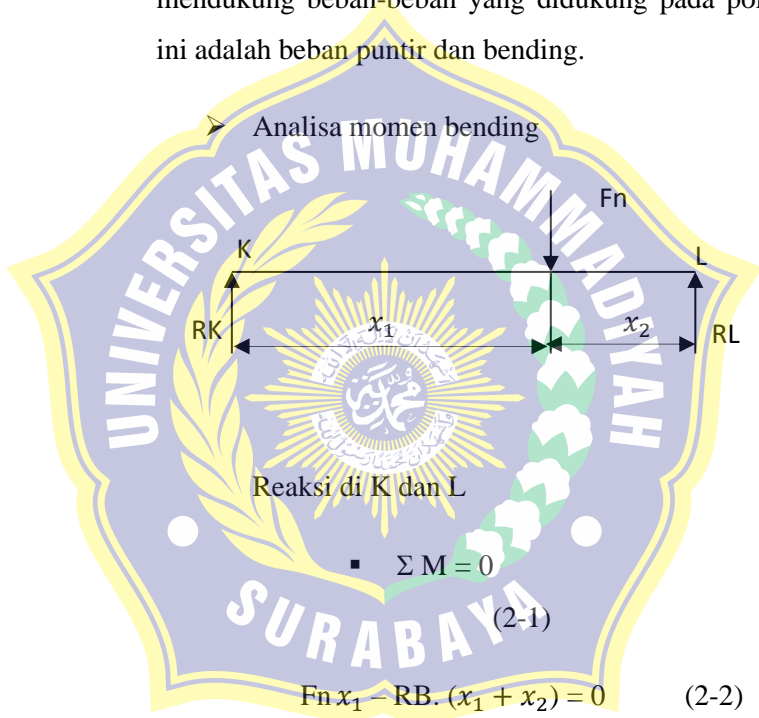
Poros pada umumnya dibuat dari baja yang telah diheattreatment. Poros yang dipakai untuk meneruskan daya dan putaran tinggi umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan.

Poros dapat dibedakan menjadi 2 macam :

a. Poros Lurus

Adalah sebatang logam yang berpenampang lingkaran berfungsi memindahkan putaran atau mendukung beban-beban yang didukung pada poros ini adalah beban puntir dan bending.

➤ Analisa momen bending



▪ $\Sigma M = 0$
(2-1)

$$F_n x_1 - R_L (x_1 + x_2) = 0 \quad (2-2)$$

$$R_L = \frac{F_n \cdot x_1}{x_1 + x_2} \quad (2-3)$$

▪ $\Sigma F = 0$

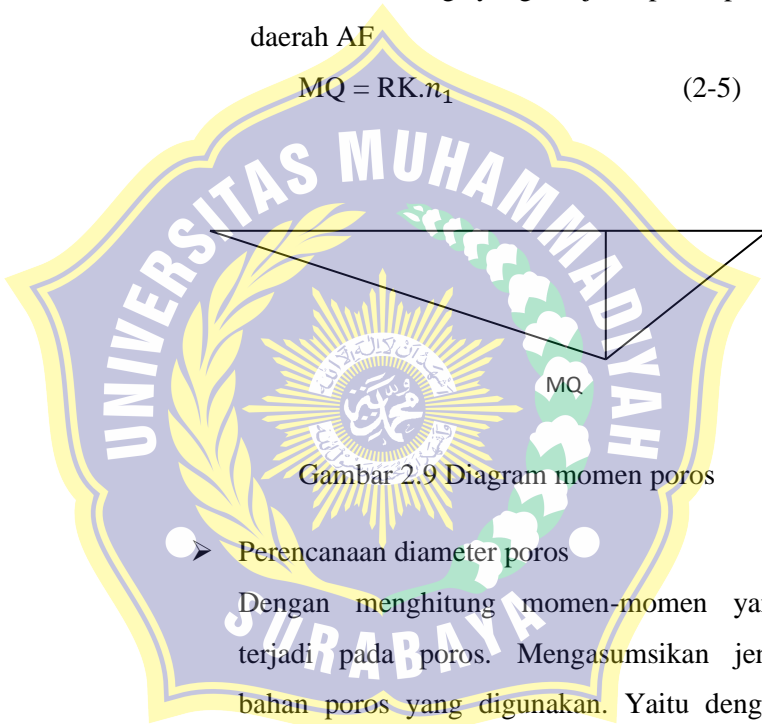
$$RK - F_n + RL = 0$$

(2-4)

$$RK = F_n - RL$$

- Momen bending yang terjadi pada poros daerah AF

$$MQ = RK \cdot n_1 \quad (2-5)$$



Gambar 2.9 Diagram momen poros

- Perencanaan diameter poros

Dengan menghitung momen-momen yang terjadi pada poros. Mengasumsikan jenis bahan poros yang digunakan. Yaitu dengan persamaan :

$$\tau_{\max} = \frac{0,58Sp}{Ak} \geq \frac{16}{\pi D^3} \sqrt{(Mb_{\max})^2 + (T)^2}$$

(2-6)

Menentukan diameter poros dengan persamaan :

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Ak}{\pi \cdot 0,58 \cdot Syp} \sqrt{(Mb \max)^2 + (T)^2}}$$

(2-7)

Penentuan diameter poros disesuaikan juga dengan ukuran bantalan yang ada.

☛ Pengecekan kekuatan poros

- Tegangan geser yang terjadi maximum yang diijinkan dari bahan (Ss)

$$S_{syp} = \frac{0,58 \cdot Syp}{Ak} \quad (2-8)$$

- Tegangan geser yang terjadi pada poros ($\tau \max$)

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2} \quad (2-9)$$

Dimana:

$$\sigma_x = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot D^3} \quad (2-10)$$

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot D^3} \quad (2-11)$$

Keamanan diameter poros $\tau_{\max} < \tau_{\text{Sy}}$

b. Poros Bintang

Adalah sebatang logam yang berpenampang lingkaran dan terdapat sirip yang menyerupai bintang. Poros dihubungkan dengan roda gigi tanpa menggunakan pasak.

Poros pada umumnya dibuat dari baja yang telah di heat treatment. Poros yang dipakai pada untuk meneruskan daya dan putaran tinggi umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerjaan kulit yang sangat tahan terhadap keausan.

2.4 Daya Poros

Di plant Pabrik PT. XXX poros gilingan *shaft crusher machine* akan mendapatkan energi gerak dari motor. Daya tersebut di transmisikan dari motor melalui pulley dan v-belt.

Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat mulai (*start*), atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah *start*. Dengan demikian sering diperlukan koreksi pada daya rata-rata

yang diperlukan dengan menggunakan faktor koreksi pada perencanaan.

Ada beberapa jenis faktor koreksi sesuai dengan daya yang akan ditransmisikan sesuai dengan tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis-jenis faktor koreksi berdasarkan daya yang ditransmisikan

Daya yang ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga, “*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*”.

Dalam perhitungan poros ini diambil daya maksimum sebagai daya rencana dengan faktor koreksi sebesar $f_c = 1,0$. Harga ini diambil dengan pertimbangan bahwa daya yang direncanakan akan lebih besar dari daya maksimum sehingga poros yang akan direncanakan semakin aman terhadap kegagalan akibat momen puntir yang terlalu besar. Sehingga besar daya rencana P_d yaitu :

$$P_d = N \cdot f_c \dots \dots \dots (2-12)$$

Dimana :

P_d = daya rencana (kW)

f_c = faktor koreksi

N = daya normal keluaran motor penggerak (kW)

Dengan adanya daya dan putaran, maka poros akan mendapat beban berupa momen puntir. Oleh karena itu dalam penentuan ukuran-ukuran utama poros akan dihitung berdasarkan beban puntir serta kemungkinan-kemungkinan kejutan/tumbukan dalam pembebanan, seperti pada saat motor mulai berjalan. Besarnya momen puntir yang dikerjakan pada poros dapat dihitung :

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n} \quad (2-13)$$

Dimana :

T = momen puntir rencana (kg. mm) P_d = daya rencana (kW)

n = putaran (rpm)

2.5 Pemilihan Bahan

Bahan poros yang direncanakan adalah baja cor yaitu jenis baja karbon tinggi dengan kadar C > 0,5 %. Baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) dihasilkan dari ingot yang dikil (baja yang dioksidasikan dengan ferrosilikon dan dicor), kadar karbon terjamin. Jenis-jenis baja S-C beserta dengan kekuatan tariknya dapat dilihat dari tabel 2.2.

Tabel 2.2 Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros.

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	“	52	
	S40C	“	55	
	S45C	“	58	
	S50C	“	62	
	S55C	“	66	

Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga, “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”.

Dalam perencanaan poros ini dipilih bahan jenis S50C yang dalam perencanaanya diambil kekuatan Tarik sebesar $\sigma_{\beta} = 62 \text{ kg} / \text{mm}^2$. Maka tegangan puntir izin dari bahan dapat diperoleh dari rumus :

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{sf_1 \cdot sf_2} \dots\dots\dots(2-14)$$

Dimana :

τ_a = tegangan geser izin (kg/mm²)

σ_b = kekuatan tarik bahan (kg/mm²)

S_{f1} = faktor keamanan yang bergantung kepada jenis bahan.

S_{f2} = faktor keamanan yang bergantung pada bentuk poros (harga 1,3-3,0)

Sesuai dengan standar ASME, batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik σ_b , dimana untuk harga ini faktor keamanan diambil sebesar $\frac{1}{0,18} = 5,6$. Harga 5,6 diambil untuk bahan SF dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh massa dan baja paduan. Harga S_{f1} diambil 6 karena dalam perencanaan pemilihan bahan diambil jenis S50C.

Sedangkan nilai S_{f2} , karena poros yang dirancang merupakan poros bertingkat, sehingga dalam perencanaannya faktor keamanan diambil 1,4.

2.6 Pemeriksaan Kekuatan Poros

Ukuran poros yang telah direncanakan harus diuji kekuatannya. Pengujian dilakukan dilakukan dengan memeriksa tegangan geser yang terjadi (akibat momen puntir) yang bekerja pada poros. Apabila tegangan geser ini melampaui tegangan geser izin yang dapat ditahan oleh bahan maka poros mengalami kegagalan. Besar tegangan geser akibat momen puntir yang bekerja pada poros diperoleh dari:

$$\tau_p = \frac{16T}{\pi d_s^3} \dots\dots\dots (2-15)$$

dimana:

τ = tegangan geser akibat momen puntir (kg/mm²)

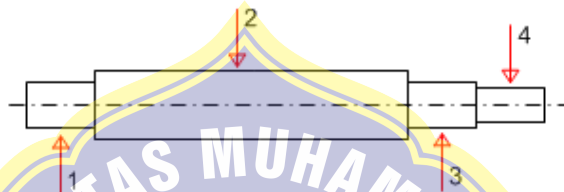
T = momen puntir yang terjadi (direncanakan) (kg.mm)

d_s = diameter poros (mm)

2.7 Kondisi Pembebanan Poros

Dari hasil pengamatan survey pada Pabrik Gula Sei Semayang, poros yang direncanakan ditumpu oleh dua buah

bantalan luncur serta menumpu satu roda gigi lurus, satu buah Top Roll, dan satu buah kopleng untuk menghubungkan ke motor penggeraknya. Dengan kondisi pembebanan yang terjadi pada mill shaft roll shell dapat di lihat pada gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.10 Kondisi pembebanan pada poros

Keterangan gambar:

1. Bearing
2. Hammer / Giliran
3. Bearing
4. Pulley

2.8 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari suatu gejala phisis. Tipe masalah teknis dan matematis phisis yang dapat diselesaikan dengan metode elemen

hingga terbagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok analisa struktur dan kelompok masalah-masalah non struktur.

Tipe-tipe permasalahan struktur meliputi :

- Analisa tegangan/Stress, meliputi analisa Truss dan Frame serta masalah- masalah yang berhubungan dengan tegangan-tegangan yang terkonsentrasi.
- Buckling
- Analisa getaran

Masalah non struktur yang dapat diselesaikan dengan menggunakan metode ini meliputi:

1. Perpindahan panas dan massa
2. Mekanika fluida, termasuk aliran fluida lewat media porus
3. Distribusi dari potensial listrik dan potensial magnet

Dalam persoalan-persoalan yang menyangkut geometri yang rumit, seperti persoalan pembebanan terhadap struktur yang kompleks, pada umumnya sulit dipecahkan melalui matematis analisis. Hal ini disebabkan karena matematis analisis memerlukan besaran atau harga yang harus diketahui pada setiap titik pada struktur yang dikaji.

Penyelesaian analisis dari suatu persamaan diferensial suatu geometri yang kompleks, pembebanan yang rumit, tidak mudah diperoleh. Formulasi dari metode elemen hingga dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini.

Metode ini akan menggunakan pendekatan terhadap harga-harga yang tidak diketahui pada setiap titik secara diskrit. Dimulai dengan permodelan dari suatu benda dengan membagi-bagi dalam bagian yang kecil yang secara keseluruhan masih mempunyai sifat yang sama dengan benda yang utuh sebelum terbagi dalam bagian yang kecil (diskritisasi).

Beberapa kelebihan dalam penggunaan metode ini adalah :

1. Benda dengan bentuk yang tidak teratur dapat dengan mudah dianalisa
2. Tidak terdapat kesulitan dalam menganalisa beban pada suatu struktur
3. Permodelan dari suatu benda dengan komposisi materi yang berlainan dapat dilakukan karena tinjauan yang dilakukan secara individu untuk setiap elemen.
4. Dapat menangani berbagai macam syarat batas dalam jumlah yang tak terbatas
5. Variasi dalam ukuran elemen memungkinkan untuk memperoleh detail analisa yang diinginkan.

6. Dapat memecahkan masalah-masalah dinamik.

Kekurangan yang terdapat dalam penggunaan metode ini adalah diperlukannya computer yang sesuai sebagai alat hitung yang lebih cepat dan akurat.

